

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pupuk Hayati

Pupuk hayati (*biofertilizer*) didefinisikan sebagai substans yang mengandung mikroorganisme hidup yang mengklonisasi rhizofer atau bagian dalam tanaman dan memacu pertumbuhan tanaman dengan jalan meningkatkan pasokan ketersediaan unsur hara primer dan atau stimulus pertumbuhan tanaman target, bila digunakan pada benih dan permukaan tanah (FNCA Biofertilizer Projek Groub 2006). Pemanfaatan pupuk hayati dilakukan berdasarkan respon positif terhadap peningkatan efektifitas dan efisiensi pemupukan sehingga dapat menhemat biaya pupuk dan penggunaan tenaga kerja. Dalam hal ini suplai sebagian unsur hara yang diutuhkan tanaman dapat dilakukan oleh bakteri rhizosfer yang mempunyai kemampuan menambat N dari udara dan bakteri pelarut fosfat yang dapat menambang P di dalam tanah menjadi P- tersedia bagi pertumbuhan tanaman, sehingga dapat menghemat penggunaan pupuk kimia. Dari hasil penelitian Isgitani *et al.* (2005) didapatkan bahwa pemberian bakteri pelarut Fosfat dapat meningkatkan jumlah dan berat biji serta secara nyata meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman jagung.

Mikroorganisme yang diformulasikan dalam bentuk pupuk hayati menurut Vessey (2003) dikenal dengan *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR). Galur PGPR1, PGPR2, PGPR3, PGPR4, dan PGPR7 teridentifikasi mengandung *Pseudomonas fluorescens* secara nyata dan terbaik dalam memproduksi siderofor dan hormon *indole acetic acid* (IAA). *Pseudomonas flurescens* dan *Scelerotium*

rolfsii juga mampu menekan penyakit yang disebabkan oleh jamur *Aspergillus niger* pada kacang tanah (Dey *et al.* 2004).

Sedangkan percobaan Cakmakci *et al.* (2005), inokulasi PGPR yang terdiri atas spesies *Bacillus* galur OSU-142, RC07 dan M-13, *Paenibacillus polymya* RC05, *Pseudomonas putida* RC06, dan *Rhodobacter capsulatus* RC04 mempunyai potensi besar untuk digunakan sebagai biofertilizer, mengingat bahwa penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan dapat menimbulkan efek polusi bagi lingkungan dan mahal. Bakteri yang diuji dikombinasikan dengan pupuk organik dan pupuk kimia N dan P mampu menompang produksi pertanian. Eksperimen ini membuktikan bahwa induksi PGPR secara efektif dapat, meningkatkan pertumbuhan bit gula pada fase-fase awal. Meskipun kehidupan bakteri masih tergantung pada kandungan organik tanah sebagai sumber makanan, namun induksi PGPR ini mampu meningkatkan ketersediaan N dan P bagi pertumbuhan tanaman.

Pupuk hayati Rhizofit adalah salah satu jenis pupuk hayati yang mengandung berbagai jenis bakteri yang mampu membantu tanaman dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman pangan. Bakteri yang terkandung dalam pupuk hayati rhizofit diantaranya *Azotobacter*, *Azospirillum* sp, *Selulolitik* sp, *Lignolitik* sp, *Rhizobium*, *Nitrobacter*, *Nitrosomonas*. *Azotobacter* merupakan golongan bakteri gram negatif, berbentuk batang, bersifat motil dan non motil. Sifat hidupnya aerob tetapi juga dapat hidup secara anaerob fakultatif jika kelarutan oksigen menurun. Genus ini menghasilkan enzim katalase dan biasanya terdapat di tanah dan air. Bakteri *Azotobacter* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman karena memiliki kemampuan untuk menghasilkan zat pengatur tumbuh (ZPT) yaitu gibberelin

(Tarafdar dan Marschner, 1994). *Rhizobium* merupakan kelompok bakteri penambat nitrogen yang dapat bersimbiosis dengan tanaman kacang-kacangan. *Acetobacter* sp merupakan jenis bakteri pelarut fosfat yang juga dapat berperan pada metabolisme vitamin D untuk memperbaiki pertumbuhan akar tanaman dan meningkatkan serapan unsur hara tanah (Waluyo, 2013). *Selulotik* sp merupakan mikroorganisme yang memiliki peranan cukup besar dalam berbagai siklus unsur seperti siklus karbon, nitrogen, fosfor, belerang dan unsur yang lain. Siklus selulosa merupakan bagian dari siklus karbon (Schlegel, 1994), karena selulosa adalah polimer terbanyak di tanaman, maka hidrolisis selulosa adalah hal yang sangat penting dalam siklus karbon (Zhang and Lynd, 2004). *Rhizobium* merupakan kelompok penambat nitrogen yang dapat bersimbiosis dengan tanaman kacang-kacangan. *Nitrobacter* sp. mempunyai kemampuan melakukan nitrifikasi dan denitrifikasi.

2.2 Jagung (*Zea mays*)

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman pangan penghasil karbohidrat yang terpenting di dunia. Tanaman ini termasuk tanaman semusim karena dalam proses menyelesaikan satu daur hidupnya dalam 80-150 hari. Tinggi tanaman jagung sangat bervariasi tergantung jenis varietas, rata-rata dalam proses pertumbuhan mampu mencapai 2,0 sampai 2,5 m, meskipun ada kultivar yang dapat mencapai tinggi 12 m pada lingkungan tumbuh tertentu. Tinggi tanaman jagung diukur dari permukaan tanah hingga ruas teratas sebelum rangkaian bunga jantan (malai). Tangkai batang jagung beruas-ruas, dengan tiap ruas rata-rata 20 cm. Daun jagung tidak memiliki tangkai, merupakan daun

sempurna karena memiliki pelepah, tangkai, dan helai daun. Bentuknya memanjang. Permukaan daun ada yang licin dan ada yang berambut. Stoma pada daun jagung berbentuk halter. Setiap stoma dikelilingi sel-sel epidermis berbentuk kipas. Struktur ini berperan penting dalam respon tanaman menanggapi defisit air pada sel-sel daun (Hadijah, 2010).

Tanaman jagung ketika mengalami kekeringan, sel-sel kipas akan mengerut, menutup lubang stomata, dan membuat daun melipat ke bawah sehingga mengurangi transpirasi. Bunga tersusun majemuk, bunga jantan tersusun dalam bentuk malai, sedangkan betina dalam bentuk tongkol. Pada umumnya, satu tanaman hanya dapat menghasilkan satu tongkol produktif yang memiliki puluhan sampai ratusan bunga betina. Beberapa kultivar unggul dapat menghasilkan lebih dari satu tongkol produktif, dan disebut sebagai jagung prolif. Bunga jantan jagung cenderung siap untuk penyerbukan 2-5 hari lebih dini dari pada bunga betinanya (Hadijah, 2010).

Jagung adalah tanaman yang berasal dari dataran rendah dengan suhu hangat dan penyuka cahaya matahari penuh. Perkecambahan jagung terhenti pada suhu di bawah 10 °C. Kebutuhan air jagung adalah rata-rata, namun kekurangan air pada masa awal tumbuh, masa pembungaan, dan pengisian biji akan berakibat pada penurunan hasil yang dramatis. Jagung dapat tumbuh pada berbagai tipe tanah, dengan syarat ketersediaan air dan hara tercukupi dan akar mampu tumbuh dengan baik. Kebutuhan hara jagung tinggi, terutama terhadap nitrogen dan fosfor. Jagung menyukai tanah dengan kemasaman netral (pH 5 - 6,5). Penanaman jagung di tanah masam, seperti gambut dan podsolik merah kuning (PMK), memerlukan

pengapuran, pengatusan (drainasi) yang baik, serta kultivar yang toleran (Armando, 2009).

2.3 Kedelai (*Glycine max*)

Kedelai (*Glycine max*) adalah tanaman yang tumbuh tegak, berbentuk semak, dan merupakan tanaman semusim. Morfologi tanaman kedelai didukung oleh komponen utamanya, yaitu akar, daun, batang, polong, dan biji. Sistem perakaran kedelai terdiri dari dua macam, yaitu akar tunggang dan akar sekunder (serabut) yang tumbuh dari akar tunggang. Batang kedelai dibedakan menjadi dua tipe, yaitu tipe determinate dan indeterminate. Perbedaan sistem pertumbuhan batang ini didasarkan atas keberadaan bunga pada pucuk batang. Pertumbuhan batang tipe determinate ditunjukkan dengan batang yang tidak tumbuh lagi pada saat tanaman mulai berbunga. Sementara pertumbuhan batang tipe indeterminate dicirikan bila pucuk batang tanaman masih bisa tumbuh daun, walaupun tanaman sudah mulai berbunga (Irwan, 2006).

Kedelai mempunyai dua bentuk daun yang dominan, yaitu stadia kotiledon yang tumbuh saat tanaman masih berbentuk kecambah dengan dua helai daun tunggal dan daun bertangkai tiga (*trifoliate leaves*) yang tumbuh selepas masa pertumbuhan. Pada umumnya bentuk daun kedelai ada dua, yaitu bulat (oval) dan lancip (lanceolate). Kedua bentuk daun tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik. Biji kedelai terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu kulit biji dan janin (embrio). Pada kulit biji terdapat bagian yang disebut pusar (hilum) yang berwarna coklat, hitam, atau putih. Pada ujung hilum terdapat mikrofil, berupa lubang kecil yang terbentuk pada saat proses pembentukan biji (Wawan, 2006).

Tanaman kedelai merupakan tanaman hari pendek dan memerlukan intensitas cahaya yang tinggi. Penurunan radiasi matahari selama 5 hari atau pada stadium pertumbuhan akan mempengaruhi pertumbuhan dan hasil kedelai. Kedelai merupakan tanaman C₃ yang dapat mengalami kehilangan air lebih banyak dibandingkan tanaman C₄ seperti jagung dan sorgum, karena tanaman C₃ memiliki rasio transpirasi yang lebih tinggi dan keadaan stomata yang selalu terbuka. Tanaman C₃ mengalami fotorespirasi yang berdampak pada hasil bersih fotosintesisnya lebih rendah dari tanaman C₄. Hasil respirasi yang tergantung pada cahaya, tanaman C₃ kehilangan jauh lebih banyak CO₂ dari pada yang terjadi pada tanaman C₄ sehingga berakibat pada laju fotosintesis bersihnya lebih rendah dari pada tanaman C₄ (Suprpto, 1998).

Tanaman kedelai ketika mengalami cekaman kekeringan maka aktifitas fotosintesis tanaman terhambat akibat dari penurunan tekanan turgor sel dan penghambatan difusi uap air dan CO₂ sehingga berakibat pada laju pertumbuhan dan hasil tanaman berkurang (Roy, 2000). Tanaman kedelai dapat tumbuh di semua jenis tanah, namun akan mencapai tingkat pertumbuhan dan produktivitas yang optimal, kedelai harus ditanam pada jenis tanah berstruktur lempung berpasir atau liat berpasir. Suhu tanah yang optimal dalam proses perkecambahan yaitu 30°C. Pada umumnya kebutuhan air pada tanaman kedelai berkisar 350–450 mm selama masa pertumbuhan kedelai (Suprpto, 1998).

2.4. Dataran Tinggi

Dataran tinggi adalah dataran yang luas letaknya memiliki ketinggian tempat diatas 700 meter dari permukaan air laut. Dataran tinggi terbentuk sebagai

hasil erosi dan sedimentasi, dataran tinggi juga bisa terjadi oleh bekas kaldera luas yang tertimbun material dari gunung sekitarnya. Ciri dataran tinggi secara umum yaitu memiliki iklim dengan amplitudo suhu harian dan tahunan besar, udara kering, lengas (kelembapan udara) nisbi sangat rendah, dan jarang turun hujan.

Aplitudo suhu atau simpangan suhu adalah perbedaan suhu yang terjadi akibat adanya penurunan dan kenaikan suhu rata-rata suatu tempat dalam hal ini adalah dataran tinggi. Pada dataran tinggi suhu rata-rata berkisar 15-20 °C di siang hari dan di malam harinya 10 °C, bahkan pada pagi hari suhu udara dapat sedikit ekstrim dengan suhu mampu mencapai 0 °C yang memunculkan embun beku.

Pada dataran tinggi udara dan suhu juga akan mempengaruhi kelembapan udara di daerah sekitarnya. Karena tingkat udara yang tergolong kering dan suhu yang dapat mencapai 0 °C maka mengakibatkan kelembapan udara pada dataran tinggi juga rendah. Curah hujan di daerah dataran tinggi yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan daerah dataran rendah karena faktor garis lintang, dimana semakin rendah garis lintang semakin tinggi curah hujan yang dihasilkan. Ketinggian tempat, semakin tinggi suatu tempat maka kuantitas hujan pun akan semakin rendah karena suhu yang rendah akan mengurangi penguapan di daerah tersebut. Dataran tinggi memiliki udara yang lebih dingin dibandingkan dengan daerah dataran rendah karena tekanan udara di dataran tinggi lebih rendah (Litbang pertanian, 2010).